



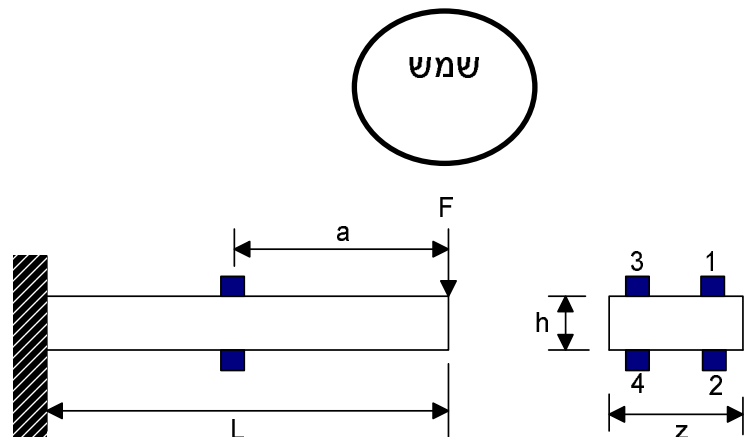
מבחן סוף סמסטר – מועד א 19.7.2012

משך המבחן – שלוש שעות

חומר: כל חומר שפורסם באתר + סיכומים אישיים.

שאלה 1 – (43%)

קורה רתומה בעלת חתך מלבני עשויה מפלדה, מועמסת ע"י כוח אנכי F אשר משתנה בתחום 0 עד 35 ניוטון. השמש מקרינה על הקורה וגורמת לשינויי טמפרטורה למשטחים השונים של הקורה בהתאם למיקום המשטחים. לקורה חוברו 4 מדי עיבור זהים כמתואר בציור.



נתון:

נוסחאות עזר: $\sigma = Mh/2I$ $\varepsilon = \sigma/E$

$I = zh^3/12$ $GF = 2$ $R_o = 100 \Omega$

נתוני הקורה:

$L = 200 \text{ mm}$	$h = 5 \text{ mm}$	$z = 9 \text{ mm}$	$\nu = 0.3$
Steel A: $E = 210 \text{ Gpa}$,			$\nu = 0.3$
Steel B: $E = 1000 \text{ Gpa}$,			$\nu = 0.3$

*ניתן להזניח את משקל הקורה.

א. תכנן/י גשר וינסטון למדידת כוח F . יש לתכנן מעגל מטעמי רגישות מרבית. צייר/י והסבר/י את

המעגל המוצע ומיקום מדי העיבור בו.

ב. פתח/י ביטוי למתח מוצא מן המעגל V_{out} כתלות ב F .

ג. בחר/י מתח הספקה של גשר וינסטון V_s , מרחק a , וסוג פלדה A או B כדי לקבל רגישות

מקסימאלית בהתחשב באילוצים הבאים:

• מדי העיבור יכולים למדוד עיבורים בתחום של: $\varepsilon \in [0; 0.04\%]$

• הזרם המקסימלי דרך מד העיבור הוא: $I_{max} = 18 \text{ mA}$

ד. חשב/י רגישות המדידה ביחס ל F ?

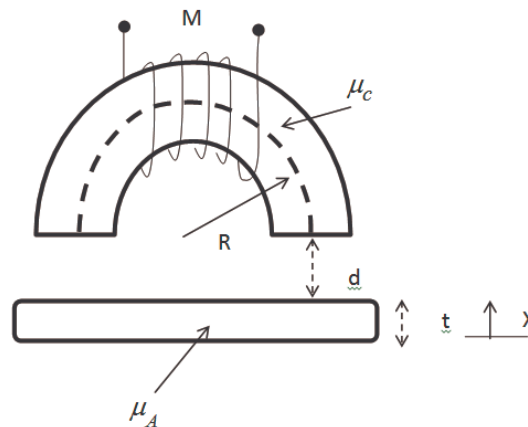
ה. מהי שגיאת אי ליניאריות של מערכת המדידה המוצעת?



1. האם מערכת המדידה המוצעת חסינה בפני השפעת טמפרטורה, נמק/י? אם המערכת אינה חסינה הצע/י דרכים לקיזוז השפעת טמפרטורה תוך שמירה על רגישות מירבית של המערכת (מותר לשנות את סידור ומיקום מדי עיבור במערכת).
2. חשב/י את נגד הכיול שיש לחבר לאחד הענפים על מנת לדמות מדידת המערכת תחת עומס F מירבי.

שאלה 2 – (43%)

נתון החיישן ההשראותי למדידת תזוזה x הליבה והפלטה פרומגנטיים עם קבועי פרמאביליות כמסומן.



הגדלים $t, \mu_c, \mu_0, \mu_A, r, R, d$ ידועים כש r הוא רדיוס החתך של הליבה ורוחב הפלטה הוא $2r$

- א. מצא ביטוי לרלוקטנס הכולל של החיישן באמצעות הגדלים הנתונים והתזוזה x .
- ב. מהי ההשראות העצמית של הסליל בהינתן הערכים הבאים:

$$n = 500 \text{ turns}, \quad R = 2 \text{ cm}, \quad r = 0.5 \text{ cm}, \quad t = 0.5 \text{ cm},$$

$$\mu_c = \mu_A = 100, \quad d = 1 \text{ mm}$$

$$L = \frac{L_0}{1 + \alpha(d - x)}$$

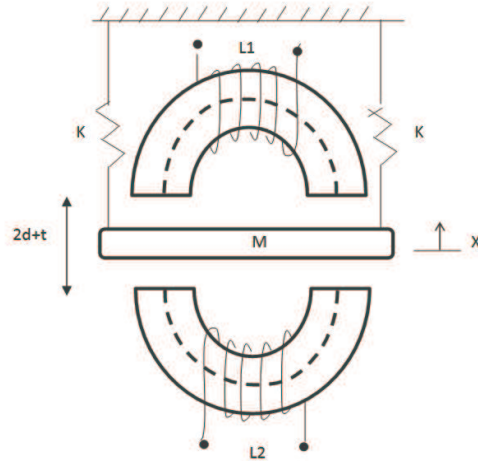
ורשום/מי ביטוי ל L_0 ול- α .

ג. מחברים את הפלטה לשני קפיצים בעלי קבוע קפיץ $K = 50 \frac{N}{m}$ כל אחד כמתואר בשרטוט

הבא. מסת הפלטה $M = 0.1 \text{ kg}$ המסה נעה תנועה סינוסואידאלית עם תדירות $0 < \omega < 200\pi$

$$x = d \sin(\omega t)$$

כך שהמרחק X מתנהג לפי:



וההשראות של הסלילים:

$$L_1 = \frac{L_0}{1 + \alpha(d-x)}, \quad L_2 = \frac{L_0}{1 + \alpha(d+x)}$$

החיישנים ההשראותיים מחוברים למעגל גשר המעורר ע"י מתח אספקה עם אמפליטודה $A_s = 3V$

ותדירות 1000Hz . כל שאר האלמנטים במעגל הגשר הם התנגדותיים עם $R_0 = 120\Omega$.

היציאה מהגשר עוברת דרך מגבר גל נושא עם הגבר $A=1$ ומסנן אידיאלי בתדירות קריטית $\omega_c = 10 \cdot \omega_n$. כאשר ω_n היא התדירות הטבעית של מערכת המסה-קפיץ. עם הגבר $A=1$.

i. שרטט/מי את המעגל החשמלי כולו (כולל הגשר, מגבר גל נושא ומסנן)

רשום/מי ביטוי ותן תשובה מספרית מפורטת לסעיפים הבאים:

ii. מה היציאה ממעגל הגשר, ואילו תדרים מופיעים?

iii. אילו תדרים יופיעו אחרי מגבר גל נושא? אילו תדרים יעברו דרך ה-LPF?

iv. פתח ביטוי למתח המוצא המוצא המתקבל בסוף (לאחר המעבר במסנן). מהי

האמפליטודה של אות היציאה?

ד. מציעים לפשט את מערכת המדידה ולהשתמש רק בסליל מדיד אחד כמתואר בתחילת התרגיל (בסעיפים א' ו-ב'), ובמקום הסליל השני לחבר לגשר סליל קבוע עם השראות L_0 לגשר (ושני נגדים כמו בסעיף ג).

a. מה היציאה מהגשר עבור הסידור הזה?

b. מה הם שני החסרונות של השיטה הזו?



שאלה 3 – (14%)

נתון חלק ממפרט של חיישן תאוצה פיזואלקטרי:

- (א) האם יש לצפות שהחיישן יוכל לעבוד בטמפרטורות יחסית גבוהות (עד 250C)? מדוע?
(ב) האם אפשר להרכיב את תחום העבודה של החיישן לתדירויות יותר נמוכות? אם כן, איך תחבר את החיישן כך שהשגיאה הדינאמית תהיה קטנה מ 5% לפחות עד תדר 0.1Hz?
הנח שברשותך נגדים שגודלם קטן או שווה ל 10G Ohm , וקבלים שגודלם קטן או שווה ל 10,000 pF . בחר גדלים מתאימים למעגל עיבוד האות כך שרגישות המתח לתאוצה תהיה מקסימאלית.
- (ג) מהי התאוצה הצידיית המקסימאלית, אם דרוש שהשגיאה כתוצאה מתאוצה צידיית לא תהיה יותר גדולה משגיאת האי-ליניאריות.

ENDEVCO MODEL 2220D	Piezoelectric Accelerometer
SPECIFICATIONS	
The following performance specifications conform to ISA-RP-37.2 (1964) and are typical values, referenced at +75°F (+24°C) and 100 Hz, unless otherwise noted. Calibration data, traceable to National Institute of Standards and Technology (NIST), is supplied.	
DYNAMIC CHARACTERISTICS	Units
CHARGE SENSITIVITY	
TYPICAL	pC/g 3.0
MINIMUM	pC/g 2.0
FREQUENCY RESPONSE	See Typical Amplitude Response
RESONANCE FREQUENCY	kHz 50
AMPLITUDE RESPONSE [1]	Hz 1 to 10 000
±5%	
TEMPERATURE RESPONSE	See Typical Curve
TRANSVERSE SENSITIVITY	% ≤ 5
AMPLITUDE LINEARITY [2]	% 1
Per 500 g, 0 to 5000 g	

NOTES

1. Low-end response of the transducer is a function of its associated electronics.

בהצלחה !